

UTILITY PATENT  
APPLICATION TRANSMITTAL

(Only for new nonprovisional applications  
under 37 CFR 1.53(b))

Attorney Docket No.

000866

Total Pages

First Named Inventor or Application Identifier

Takahito KUMAZAKI and Takeshi OHTA

Express Mail Label No.

Check Box, if applicable [ ] Duplicate

APPLICATION ELEMENTS FOR:  
LASER DEVICE

ADDRESS TO: Director of Patents and Trademarks  
BOX PATENT APPLICATIONS  
Washington, D.C. 20231

1. ☒ Fee Transmittal Form (Incorporated within this form)  
(Submit an original and a duplicate for fee processing)
2. ☒ Specification Total Pages [16] (IN JAPANESE)
3. ☒ Drawing(s) (35 USC 113) Total Sheets [7]
4. ☒ Oath or Declaration Total Pages [4]
  - a. ☒ Newly executed (original)
  - b. ☐ Copy from prior application (37 CFR 1.63(d)  
(for continuation/divisional with Box 17 completed).
  - i. ☐ Deletion of Inventor(s)  
Signed statement attached deleting inventor(s) named in prior application,  
see 37 CFR 1.63(d)(2) and 1.33(b).
5. ☐ Incorporation by reference (useable if box 4b is checked)  
The entire disclosure of the prior application, from which a copy of the oath or declaration is supplied under  
Box 4b, is considered as being part of the disclosure of the accompanying application and is hereby  
incorporated by reference therein.
6. ☐ Microfiche Computer Program (Appendix)
7. ☐ Nucleotide and/or Amino Acid Sequence Submission (if applicable, all necessary)
  - a. ☐ Computer Readable Copy
  - b. ☐ Paper Copy (identical to computer copy)
  - c. ☐ Statement Verifying identity of above copies

**ACCOMPANYING APPLICATION PARTS**

8. ☒ Assignment Papers (cover sheet and document(s))
9. ☐ 37 CFR 3.73(b) Statement (when there is an assignee) ☒ Power of Attorney

# UTILITY PATENT APPLICATION TRANSMITTAL

(Only for new nonprovisional applications  
under 37 CFR 1.53(b))

Attorney Docket No. **000866**

First Named Inventor or Application Identifier

**Takahito KUMAZAKI and Takeshi OHTA**

**PAGE 2 OF 3**

10. ☐ English translation Document (if applicable)
11. ☒ Information Disclosure Statement ☒ Copies of IDS Citations (PTO-1449 w/1 ref.)
12. ☐ Preliminary Amendment
13. ☒ Return Receipt Postcard (MPEP 503)
14. ☐ Small Entity Statement(s) ☐ Statement filed in prior application  
Status still proper and desired.
15. ☐ Claim for Convention Priority ☐ Certified copy(ies) of Priority Document(s)
- a. Priority of \_\_\_\_\_ application no. \_\_\_\_\_ filed on \_\_\_\_\_ is claimed under 35 USC 119.  
The certified copies/copy have/has been filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_.  
(For Continuing Applications, if applicable).
16. ☐ Other \_\_\_\_\_
17. If a CONTINUING APPLICATION, check appropriate box and supply the requisite information:  
☐ Continuation ☐ Division ☐ Continuation-in-part (CIP) of prior application no. \_\_\_\_/\_\_\_\_

FEE TRANSMITTAL	Number Filed	Number Extra	Rate	Basic Fee
The filing fee is calculated below				\$690.00
Total Claims	5 - 20		x \$18.00	
Independent Claims	4 - 3	1	x \$78.00	78.00
Multiple Dependent Claims			\$260.00	
Basic Filing Fee				768.00
Reduction by 1/2 for small entity				
Fee for recording enclosed Assignment			\$40.00	40.00
TOTAL				\$808.00

UTILITY PATENT  
APPLICATION TRANSMITTAL

(Only for new nonprovisional applications  
under 37 CFR 1.53(b))

Attorney Docket No.

000866

First Named Inventor or Application Identifier

Takahito KUMAZAKI and Takeshi OHTA

PAGE 3 OF 3

☒ A check in the amount of \$808.00 is enclosed to cover the filing fee of \$768.00 and the assignment recordation fee of \$40.00.

☐ Please charge our Deposit Account No. 01-2340 in the total amount of \_\_\_\_\_ to cover the filing fee and the \_\_\_\_\_ assignment recordation fee. A duplicate of this sheet is attached.

☒ The Commissioner is hereby authorized to charge payment for any additional filing fees required under 37 CFR 1.16 or credit any overpayment to Deposit Account No. 01-2340. A duplicate of this sheet is attached.

18. CORRESPONDENCE ADDRESS

ARMSTRONG, WESTERMAN, HATTORI  
McLELAND & NAUGHTON  
1725 K Street, N.W. Suite 1000  
Washington, D.C. 20006  
Telephone: (202) 659-2930  
Facsimile: (202) 887-0357

SUBMITTED BY

Typed or Printed Name Mel R. Quintos

Reg. No. 31,898

Signature

*Mel R. Quintos*

Date: July 20, 2000

MRQ/yap

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H01S 3/1055

H01S 3/1055

請求項の数10 (全8頁)

(21)出願番号	特願平1-124898	(73)特許権者	999999999 株式会社小松製作所 東京都港区赤坂2丁目3番6号
(22)出願日	平成1年(1989)5月18日	(72)発明者	若林 理 神奈川県平塚市万田1200 株式会社 小松製作所研究所内
(65)公開番号	特開平2-303178	(72)発明者	小若 雅彦 神奈川県平塚市万田1200 株式会社 小松製作所研究所内
(43)公開日	平成2年(1990)12月17日	(72)発明者	小林 諭樹夫 神奈川県平塚市万田1200 株式会社 小松製作所研究所内
		(74)代理人	弁理士 木村 高久
		審査官	原 光明
		(56)参考文献	特開平2-237087(JP,A)

(54)【発明の名称】 狭帯域発振エキシマレーザ

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 波長選択素子としてグレーティングを用いるとともに該グレーティングへビームエキスパンダを介してレーザ光を照射する放電励起による狭帯域発振エキシマレーザにおいて、

前記グレーティングの線引方向と前記ビームエキスパンダのビーム拡大方向とが前記放電励起のための放電方向とそれぞれ略垂直となるように前記グレーティングおよびビームエキスパンダを配置した狭帯域発振エキシマレーザ。

【請求項2】 前記グレーティングは、エシエールタイプのグレーティングである請求項(1)記載の狭帯域発振エキシマレーザ。

【請求項3】 前記ビームエキスパンダは、プリズムを用いて構成され、前記プリズムの稜線方向は前記放電方向

2

と略平行にされる請求項(1)記載の狭帯域発振エキシマレーザ。

【請求項4】 前記ビームエキスパンダは、シリンドリカルレンズを用いて構成され、前記シリンドリカルレンズの機械軸は前記放電方向と略平行にされる請求項(1)記載の狭帯域発振エキシマレーザ。

【請求項5】 波長選択素子としてグレーティングを用いるとともに光共振器内にアパーチャを配置した放電励起による狭帯域発振エキシマレーザにおいて、

10 前記グレーティングを、その線引方向が前記放電励起のための放電方向と略垂直となるように配置するとともに、前記アパーチャを前記放電方向に長い形状とした狭帯域発振エキシマレーザ。

【請求項6】 波長選択素子としてグレーティングを用いるとともに該グレーティングへビームエキスパンダを介

3

してレーザ光を照射し、かつ光共振器内にアパーチャを配置した放電励起による狭帯域発振エキシマレーザにおいて、

前記グレーティングの線引方向と前記ビームエキスパンダのビーム拡大方向とが前記放電励起のための放電方向とそれぞれ略垂直となるように前記グレーティングおよびビームエキスパンダを配置するとともに前記アパーチャを前記放電方向に長い形状にした狭帯域発振エキシマレーザ。

【請求項 7】波長選択素子としてグレーティングを用いた放電励起による狭帯域発振エキシマレーザにおいて、光共振器のフロントミラーとしてシリンドリカルミラーを用い、

前記グレーティングを、その線引方向が前記放電励起のための放電方向と略垂直となるように配置するとともに前記シリンドリカルミラーをその機械軸が前記放電方向と略平行になるように配置した狭帯域発振エキシマレーザ。

【請求項 8】波長選択素子としてグレーティングを用いるとともに該グレーティングへビームエキスパンダを介してレーザ光を照射した放電励起による狭帯域発振エキシマレーザにおいて、

光共振器のフロントミラーとしてシリンドリカルミラーを用い

前記グレーティングの線引方向と前記ビームエキスパンダのビーム拡大方向とが前記放電励起のための放電方向とそれぞれ略垂直となるように前記グレーティングおよびビームエキスパンダを配置するとともに前記シリンドリカルミラーをその機械軸が前記放電方向と略平行になるように配置した狭帯域発振エキシマレーザ。

【請求項 9】波長選択素子としてグレーティングを用いるとともに光共振器内にアパーチャを配置した放電励起による狭帯域発振エキシマレーザにおいて、前記光共振器のフロントミラーとしてシリンドリカルミラーを用い、

前記グレーティングを、その線引き方向が前記放電励起のための放電方向と略垂直となるように配置するとともに前記シリンドリカルミラーをその機械軸が前記放電方向と略平行になるように配置し、更に前記アパーチャを前記放電方向に長い形状にした狭帯域発振エキシマレーザ。

【請求項 10】波長選択素子としてグレーティングを用いるとともに該グレーティングへビームエキスパンダを介してレーザ光を照射し、かつ光共振器内にアパーチャを配置した放電励起による狭帯域発振エキシマレーザにおいて、

前記光共振器のフロントミラーとしてシリンドリカルミラーを用い、

前記グレーティングの線引方向と前記ビームエキスパンダのビーム拡大方向とが前記放電励起のための放電方向

4

とそれぞれ略垂直となるように前記グレーティングおよびビームエキスパンダを配置するとともに前記シリンドリカルミラーをその機械軸が前記放電方向と略平行になるように配置し、更に前記アパーチャを前記放電方向に長い形状にした狭帯域発振エキシマレーザ。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

この発明は狭帯域発振エキシマレーザに関し、特に縮小投影露光装置の光源に採用して好適なものである。

【従来の技術】

半導体装置製造用の縮小投影露光装置（以下ステッパという）の光源としてエキシマレーザの利用が注目されている。これはエキシマレーザの波長が短い（KrFレーザの波長は約248.4nm）ことから光露光の限界を0.5μm以下に延ばせる可能性があること、同じ解像度なら従来用いていた水銀ランプのg線やi線に比較して焦点深度が深いこと、レンズの開口数（NA）が小さくてすみ、露光領域を大きくできること、大きなパワーが得られること等の多くの優れた利点が期待できるからである。

ところで、ステッパの光源として利用されるエキシマレーザとしては線幅3μm以下の狭帯域化が要求され、しかも大きな出力パワーが要求される。

エキシマレーザの狭帯域化の技術としては従来インジェクションロック方式と呼ばれるものがある。このインジェクションロック方式は、オシレータ段のキャビティ内に波長選択素子（エタロン・回折格子・プリズム等）を配置し、ピンホールによって空間モードを制限して単一モード発振させ、このレーザ光を増幅段によって注入同期する。この方式によると比較的大きな出力パワーが得られるが、ミスショットがあったり、ロッキング効率を100%とすることが困難であったり、スペクトル純度が悪くなるという欠点がある。また、この方式の場合その出力光はコヒーレンス性が高く、これを縮小露光装置の光源に用いた場合はスペックル・パターンが発生する。一般にスペックル・パターンの発生はレーザ光に含まれる空間横モードの数に依存すると考えられている。すなわち、レーザ光に含まれる空間横モードの数が少ないとスペックル・パターンが発生し易くなり、逆に空間モードの数が多くなるとスペックル・パターンは発生しにくくなることが知られている。上述したインジェクションロック方式は本質的には空間横モードの数を著しく減らすことによって狭帯域化を行う技術であり、スペックル・パターンの発生が大きな問題となるため縮小投影露光装置には採用できない。エキシマレーザの狭帯域化の技術として他に有望なものは波長選択素子であるエアーギャップエタロンを用いたものがある。このエアーギャップエタロンを用いた従来技術としてはAT&Tベル研究所によるエキシマレーザのフロントミラーとレーザチャンバとの間にエアーギャップエタロンを配置し、エキシマレーザの狭帯域化を図ろうとする技術が提案さ

30

40

50

れている。しかし、この方式はスペクトル線幅をあまり狭くできず、かつ、エアーギャップエタロン挿入によるパワーロスが大きいという問題があり、更に空間横モードの数もあり多くすることができないという欠点がある。またエアーギャップエタロンは耐久性に問題がある。そこで、比較的耐久性に優れたグレーティングを波長選択素子として採用して構成したエキシマレーザが提案されている。しかしながら、このグレーティングを用いた従来の装置はグレーティングの利用の仕方に問題があり効率よく狭帯域化できないという問題があった。

〔発明が解決しようとする課題〕

このように従来のエキシマレーザは狭帯域化、出力パワー、空間横モードの数、耐久性のいずれかの点において問題があり、これをそのままステッパの光源として用いることはできなかった。

そこでこの発明は、波長選択素子としてグレーティングを採用し、しかも効率よく狭帯域化できる狭帯域化発振エキシマレーザを提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

この発明の狭帯域発振エキシマレーザにおいてはグレーティングを、その線引方向がレーザの放電方向と略垂直になるように配置し、グレーティングに照射される光ビームを拡大するビームエキスパンダを用いて、このビームエキスパンダもそのビーム拡大方向がレーザの放電方向と略垂直になるように配置する。

更に光共振器内にアパーチャを配置する場合はこのアパーチャをレーザの放電方向に長い形状にする。

更に光共振器のフロントミラーをシリンドリカルミラーを用いて構成し、この場合、シリンドリカルミラーの機械軸をレーザの放電方向と一致（平行）させる。

〔作用〕

エキシマレーザはそのビーム広がり角がレーザの放電方向に垂直な方向よりもレーザの放電方向の方が大きい。そこで、グレーティングの線引方向をレーザの放電方向と略垂直にすることにより効率よく狭帯域化することができる。

またビームエキスパンダのビーム拡大方向をレーザの放電方向と略垂直にすることによっても狭帯域化の効率は向上する。

更に光共振器内に配置されたアパーチャの形状をレーザの放電方向に長い形状にすることによって狭帯域化の効率は向上する。

更に、光共振器のフロントミラーをシリンドリカルミラーから構成し、このシリンドリカルミラーの機械軸をレーザの放電方向と一致させることによって更に狭帯域化の効率は向上する。

〔実施例〕

以下、この発明に係わる狭帯域発振エキシマレーザの実施例を添付図面を参照して詳細に説明する。

第 1 図はこの発明に係わる狭帯域発振エキシマレーザ

の一実施例を示したもので、第 1 図 (a) はその側面図、第 1 図 (b) はその正面図を示している。第 1 図

(a) および第 1 図 (b) において、この実施例の狭帯域発振エキシマレーザはフロントミラー 10 とレーザチャンバ 20 とリアミラーとして機能するグレーティング 30 から構成されるいわゆるリトロ配置をとっている。また、レーザチャンバ 20 とグレーティング 30 との間にはプリズムによるビームエキスパンダが挿入されている。ここで、第 1 図において、プリズム 41、42 がレーザチャンバ 20 から出力されたレーザビームを拡大してグレーティング 31 に照射させるビームエキスパンダを構成している。

また、レーザチャンバ 20 内にはレーザガスとして KrF 等が封入され、このレーザガスを放電励起するための電極 23、24 が設けられ、更にこのレーザチャンバ 20 には発振レーザ光を通すウィンドウ 21、22 が設けられている。

グレーティング 30 は光の回折を利用して特定波長の光を選択するもので、一定方向に配列された多数の溝が形成されている。この明細書ではこの多数の溝と直角の方向を線引方向と称している。グレーティング 30 はこの線引方向を含む平面内で入射光に対するグレーティング 30 の角度  $\theta$  を可変させることにより特定の波長の光を選択することができる。すなわち、グレーティング 30 は入射光に対するグレーティングの角度  $\theta$  に対応する特定の光のみを所定方向（この場合入射光の方向）に反射させ、これによって特定の波長の光に対する選択動作を行なう。

さて、この実施例ではグレーティング 30 の線引方向がレーザチャンバ 20 内の電極 23、24 による放電方向と垂直になっており、プリズム 41、42 によるビームエキスパンダによるビーム拡大方向（すなわちプリズムの稜線方向と垂直な方向）はグレーティング 30 の線引方向、すなわちレーザチャンバ 20 内の電極 23、24 による放電方向と垂直な方向に一致している。

ところで、一般にレーザチャンバ 20 のウィンドウ 22 から出力されるレーザビームの広がり角は電極 23、24 による放電方向、すなわち電極 23、24 の配列方向よりもこの放電方向に垂直な方向の方が小さい。

そこでグレーティング 30 の線引方向をこの放電方向に垂直な方向に一致させると、グレーティング 30 におけるビーム広がり角を最小にすることができ、これにより効率よく狭帯域化することができる。

また、プリズム 41、42 によるビームエキスパンダによるビーム拡大方向（すなわちプリズムの稜線方向と垂直な方向）をグレーティング 30 の線引方向、すなわちレーザチャンバ 20 内の電極 23、24 による放電方向と垂直な方向に一致させるようにすることによって、グレーティング 30 におけるビーム広がり角がビームエキスパンダの拡大率の逆数分だけ小さくなるので狭帯域化の効率を高めることができる。

第 2 図 (a), (b) は第 1 図に示した実施例のプリズム 41、42 によるビームエキスパンダの代わりに 2 個のシリンドリカルレンズ 43、44 により構成されたビームエキスパンダを用いたこの発明の他の実施例を側面図および平面図で示したものである。なお、第 2 図以下の図面において第 1 図に示した実施例と同一の機能を果たす部分には説明の便宜上同じ符号を付する。

この実施例の場合も、グレーティング 30 の線引方向はレーザチャンバ 20 内の電極 23、24 による放電方向と垂直にされ、シリンドリカルレンズ 43、44 によるビームエキスパンダのピーク拡大方向はグレーティング 30 の線引方向と一致するように構成される。

第 3 図 (a), (b) はこの発明に係わる狭帯域発振エキシマレーザの他の実施例を側面図および平面図で示したものである。この実施例はいわゆる斜入射配置によって構成されたものである。なお、第 3 図に示した実施例は第 1 図で示した実施例のグレーティング 30 の部分がグレーティング 31 と全反射ミラー 32 とによって構成される。他の部分は第 1 図に示したものと同一である。

この第 3 図に示した実施例では全反射ミラー 32 がこの狭帯域発振エキシマレーザのリヤミラーとして機能し、グレーティング 31 が特定の波長のレーザ光を選択する波長選択素子として機能する。この第 3 図に示した実施例においてもグレーティング 31 の線引方向はレーザチャンバ 20 内の電極 23、24 による放電方向と垂直となるように電極 23、24、グレーティング 31、全反射ミラー 32 が夫々配置され、更に、プリズム 41、42 によるビームエキスパンダによるビーム拡大方向（すなわちプリズムの稜線方向と垂直な方向）はグレーティング 30 の線引方向、すなわちレーザチャンバ 20 内の電極 23、24 による放電方向と垂直な方向に一致するように構成されている。

これによりグレーティング 31 の線引方向に照射されるレーザ光の広がり最小になり、グレーティング 31 におけるビーム広がりを最小にすることができるので高効率で狭帯域化することが可能となる。

第 4 図 (a), (b) は第 3 図に示した実施例のプリズム 41、42 によるビームエキスパンダの代わりに 2 個のシリンドリカルレンズ 43、44 により構成されたビームエキスパンダを用いたこの発明の更に他の実施例を側面図および平面図で示したものである。この第 4 図 (a), (b) に示す実施例においても、グレーティング 31 の線引方向はレーザチャンバ 20 内の電極 23、24 による放電方向と垂直にされ、シリンドリカルレンズ 43、44 によるビームエキスパンダのピーク拡大方向はグレーティング 31 の線引方向と一致するように構成される。

第 5 図 (a), (b) に示す実施例はフロントミラー 10 とレーザチャンバ 20 との間にアパーチャ 51 を挿入し、レーザチャンバ 20 とグレーティング 30 との間にアパーチャ 52 を挿入した他の実施例を側面図および平面図で示したものである。

ここでアパーチャ 51 および 52 はレーザチャンバ 20 内の電極 23、24 による放電方向に長い形状となっている。

第 6 図は第 5 図に示す装置をフロントミラー 10 側から見た図である。この場合フロントミラー 10 の後にアパーチャ 51 が見え、その後にレーザチャンバ 20 が見える。ここでアパーチャ 51 の孔 51a はレーザチャンバ 20 内の電極 23、24 による放電方向に長い長方形となっている。

なお、レーザチャンバ 20 とグレーティング 30 の間に挿入されるアパーチャ 52 も第 6 図に示したアパーチャ 51 と同一形状である。

ところで前述したように、レーザチャンバ 20 から出力されるレーザビームの広がり角は電極 23、24 による放電方向よりもこの放電方向に垂直な方向の方が小さくなっている。したがって上述した実施例のように電極 23、24 の放電方向に長い長方形のアパーチャ 51、52 を用いることによりレーザチャンバ 20 から出力されるレーザ光を効率よく透過させることができ、これによって出力レベルのアパーチャ挿入による減衰を最小におさえることができる。

なお、第 5 図に示した実施例においては 2 箇所にアパーチャを挿入したが、これを 1 箇所にすることもできる。また第 1 図乃至第 4 図に示した構成においても第 5 図と同様のアパーチャを挿入することによって構成することもできる。

なお、この場合においてもアパーチャの形状は電極の放電方向に長い形状にされる。ただし、この形状は長方形には限らず、例えば楕円形でもよい。またアパーチャを挿入する箇所は 2 箇所に限らず 1 箇所でもよい、3 箇所以上でもよい。

なお、第 1 図、第 2 図、第 5 図に示すリトロ配置の実施例において、グレーティング 30 は第 7 図に示すようなエシエルグレーティングを用いると好適である。

エシエルグレーティングは第 7 図に示すように溝の頂角がほぼ直角となっており、またブレース角  $\beta$  の大きなものが製作可能であるため、高効率でしかも高分解能となっている。したがって上述したリトロ配置の第 1 図、第 2 図、第 5 図に示す実施例においてグレーティング 30 として第 7 図に示すようなエシエルグレーティングを用い、レーザ光の入射角および回折角がそのブレース角を一致するようにすれば更に効率のよい狭帯域化が可能になり、グレーティング単一段でも充分な狭帯域化が実現できる。

第 8 図 (a), (b) はこの発明の更に他の実施例を側面図および平面図で示したものである。この実施例はフロントミラー 10 としてシリンドリカルミラー 60 を用いて構成したものである。この第 8 図に示す実施例においてシリンドリカルミラー 60 はその機械軸（長さ方向に沿ってミラーを 2 分する軸）をレーザチャンバ 20 内の電極 23、24 による放電方向と一致させるようにして配置される。

またシリンドリカルミラー60の曲率半径はレーザ光のビームウェストがグレーティング30上にくるように選択される。すなわちシリンドリカルミラー60の曲率半径をR、レーザのキャビティ長、すなわちシリンドリカルミラー60とグレーティング30の回転軸までの長さをLとするととき $R=2L$ の関係が成立するようにシリンドリカルミラー60の曲率半径を選択する。またシリンドリカルミラー60の機械軸とグレーティング30の回転軸を一致させる。

これによって更に高効率でレーザ光の狭帯域化を行なうことができる。

なお、第1図乃至第4図に示した構成においてもフロントミラー10を第8図に示したようなシリンドリカルミラーに置換することによって同様に高効率な狭帯域化が可能になる。

また、第8図に示した構成において、1または複数のアパーチャを挿入することもできる。かかる構成の1例が第9図(a)、(b)に側面図および平面図に示される。

第9図(a)、(b)において、シリンドリカルミラー60とレーザチャンバ20の間にはアパーチャ51が配置され、レーザチャンバ20とグレーティング30の間にはアパーチャ52が配置される。ここでアパーチャ51および52は例えば第6図に示したようにレーザチャンバ20内の電極23、24による放電方向に長い形状のものである。

また、第1図乃至第4図のフロントミラー10を第8図に示したようにシリンドリカルミラーに置換した構成において、更に第9図に示すようなアパーチャを1個または複数個挿入して構成してもよい。

なお、上述した実施例においてレーザチャンバ内の電極23、24による放電方向とグレーティング30または31の線引方向とは必ずしも正確に垂直にする必要はない。グレーティング30または31の線引方向が電極23、24による放電方向と略垂直になれば充分高効率な波長制御が可能となる。

また、プリズム41、42またはシリンドリカルレンズ43、44によるビームエキスパンダのビーム拡大方向はグレーティング30または31の線引方向と正確に一致する必要はない。ビームエキスパンダのビーム拡大方向がグレーティング30または31の線引方向と略一致すれば充分な高効率の波長制御が可能となる。

またフロントミラーとしてシリンドリカルミラー60を用いた構成においても、シリンドリカルミラー60の機械軸が電極23、24による放電方向と略一致し、またシリンドリカルミラー60の曲率が式 $R=2L$ を略満足するように決定されかつシリンドリカルミラー60の機械軸がグレーティングの回転軸と略一致するように構成されれば充分な高効率な波長制御が可能となる。

なお、本実施例ではフロントミラーとしてシリンドリカルミラーを用いているが、通常の球面ミラーを用いてもよい。

#### 【発明の効果】

以上説明したようにこの発明によれば非常に高効率で狭帯域化ができ、しかも耐久性に優れた狭帯域発振エキシマレーザを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

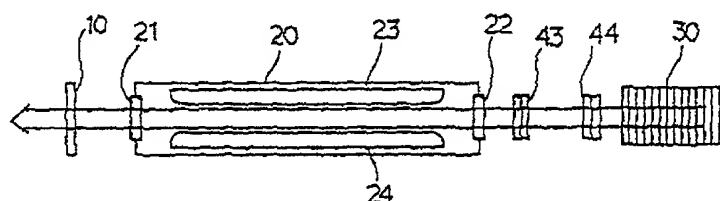
第1図(a)、(b)は、プリズムによるビームエキスパンダを用い、リトロ配置をとるこの発明の一実施例を示す側面図および平面図、第2図(a)、(b)は、シリンドリカルレンズによるビームエキスパンダを用い、リトロ配置をとるこの発明の他の実施例を示す側面図および平面図、第3図(a)、(b)は、プリズムによるビームエキスパンダを用い、斜入射配置をとるこの発明の更に他の一実施例を示す側面図および平面図、第4図(a)、(b)は、シリンドリカルレンズによるビームエキスパンダを用い、斜入射配置をとるこの発明の他の実施例を示す側面図および平面図、第5図

(a)、(b)は、アパーチャを挿入したこの発明の他の実施例を示す側面図および平面図、第6図は第5図に示す実施例をフロントミラー方向から見た図、第7図はエシエルグレーティングの一例を示す図、第8図

(a)、(b)はフロントミラーとしてシリンドリカルミラーを用いたこの発明の他の実施例を示す側面図および平面図、第9図(a)、(b)はフロントミラーとしてシリンドリカルミラーを用い、かつアパーチャを挿入したこの発明の他の実施例を示す側面図および平面図である。

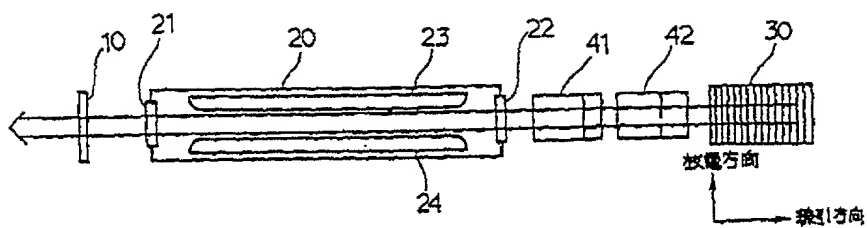
10……フロントミラー、20……レーザチャンバ、21,22……ウィンド、23,24……電極、30,31……グレーティング、32……全反射ミラー、41,42……プリズム、43,44……シリンドリカルレンズ、51,52……アパーチャ、60……シリンドリカルミラー。

【第2図(a)】

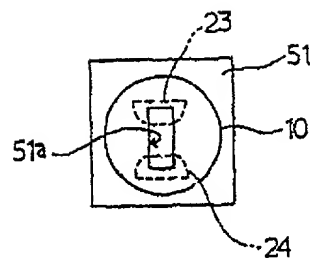




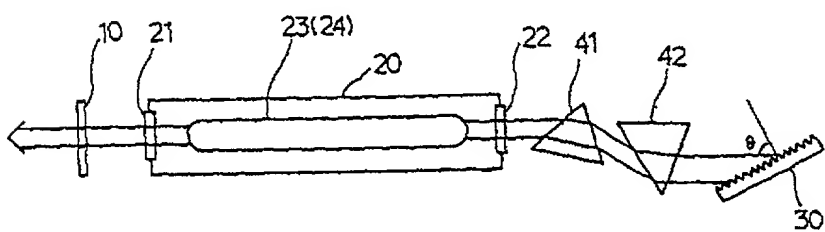
【第1図 (a)】



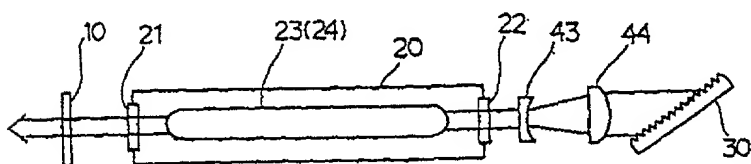
【第6図】



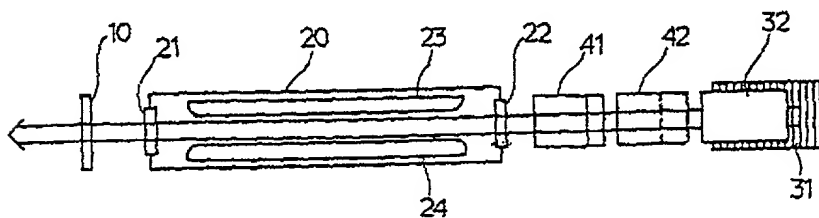
【第1図 (b)】



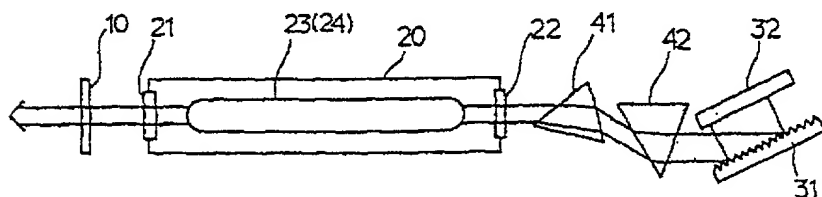
【第2図 (b)】



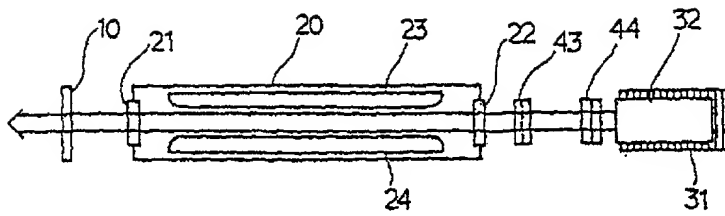
【第3図 (a)】



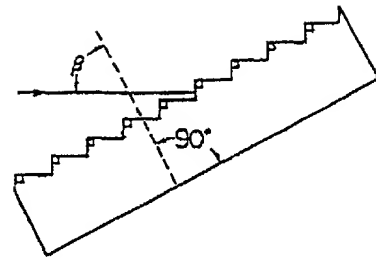
【第3図 (b)】



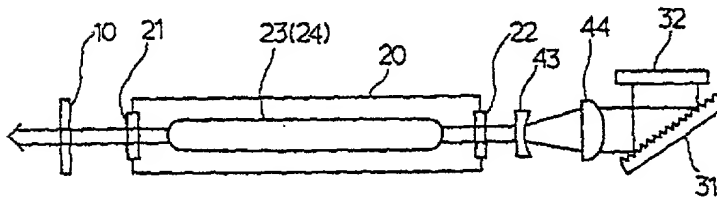
【第4図 (a)】



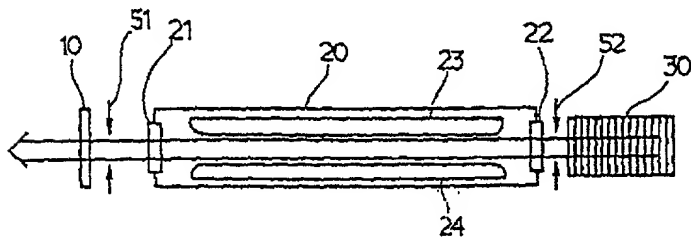
【第7図】



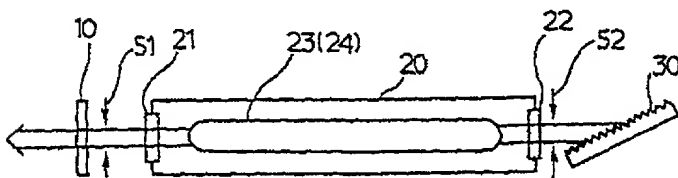
【第4図 (b)】



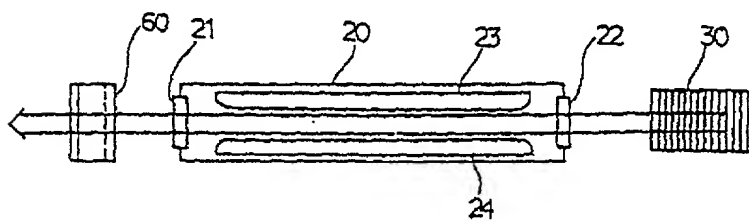
【第5図 (a)】



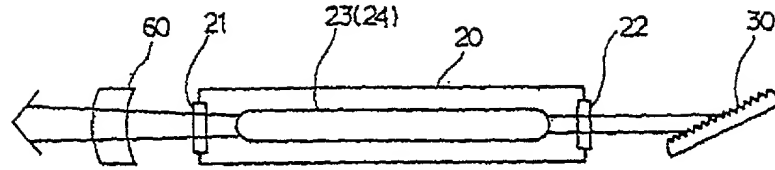
【第5図 (b)】



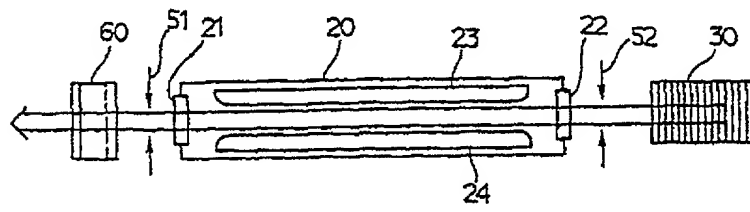
【第8図 (a)】



【第 8 図 ( b )】



【第 9 図 ( a )】



【第 9 図 ( b )】

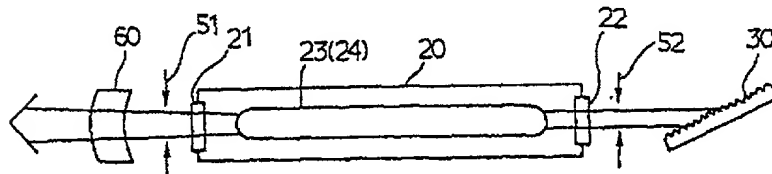


FIG. 1

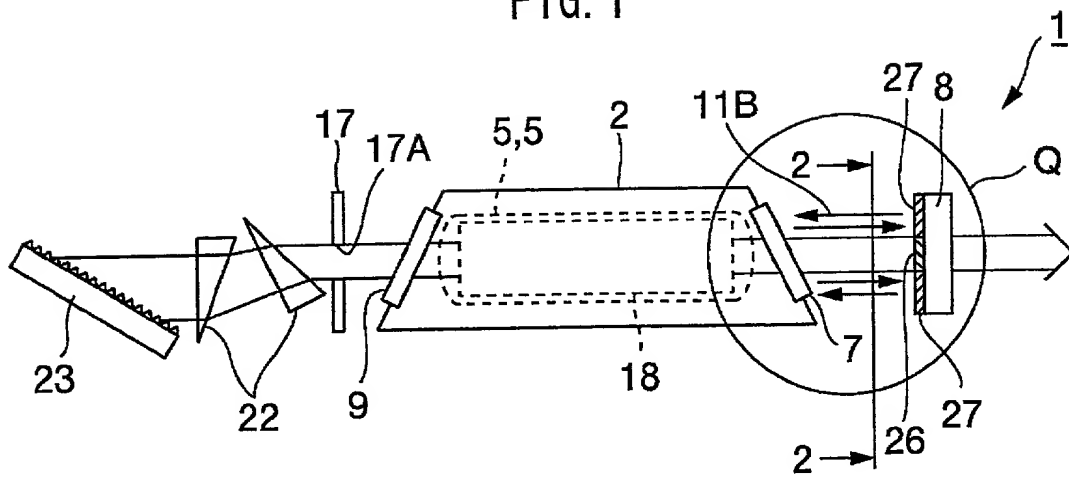


FIG. 2

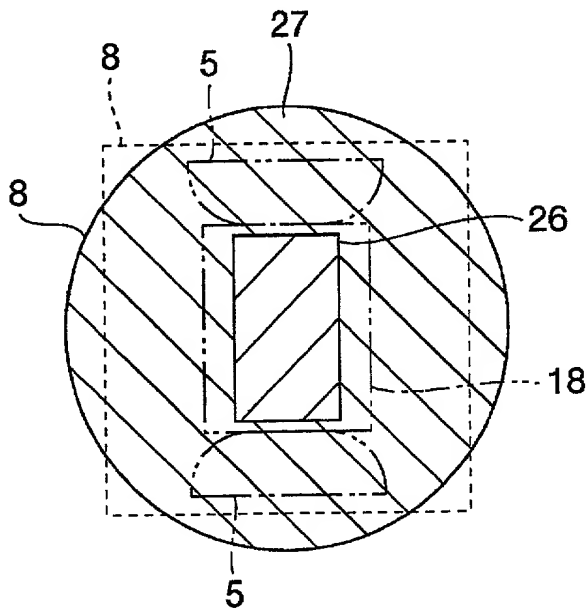


FIG. 3

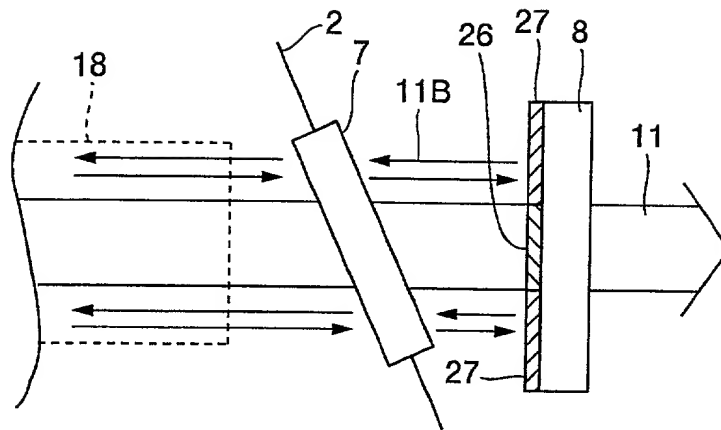


FIG. 4

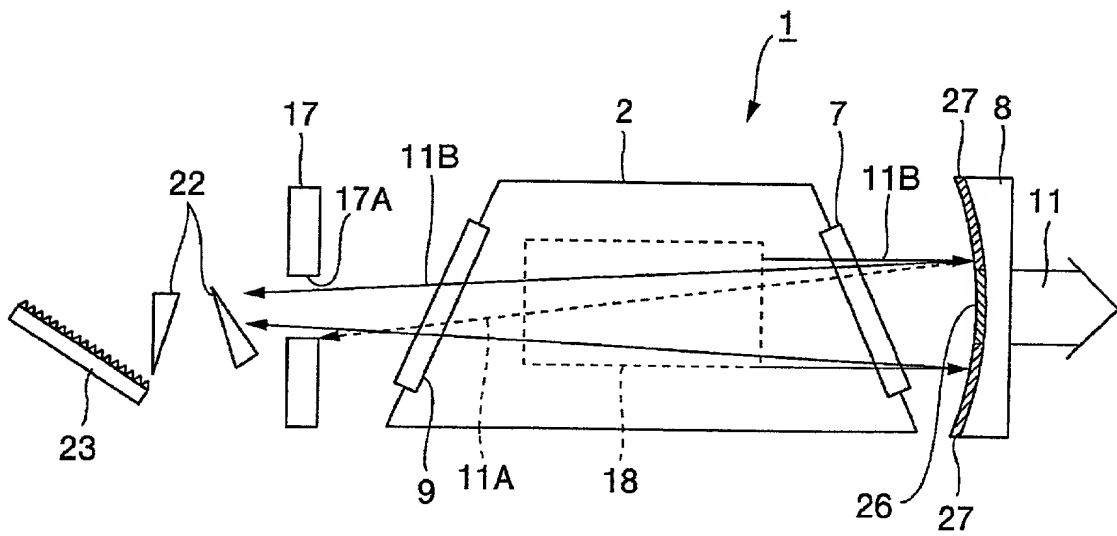


FIG. 5

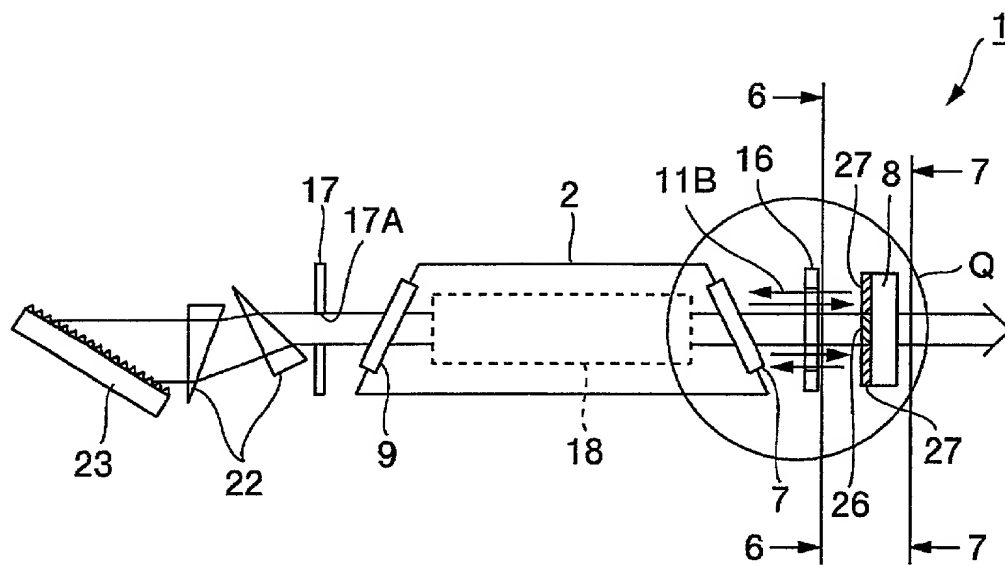


FIG. 6

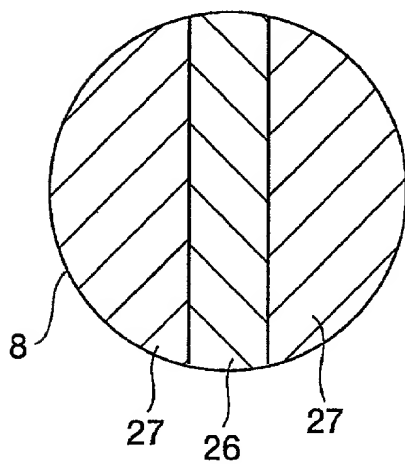


FIG. 7

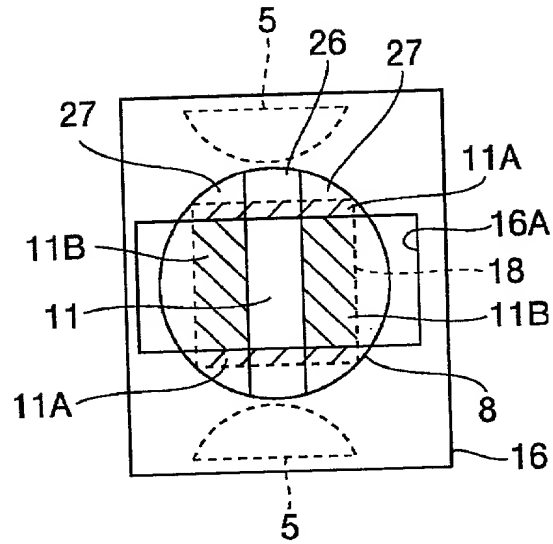


FIG. 8

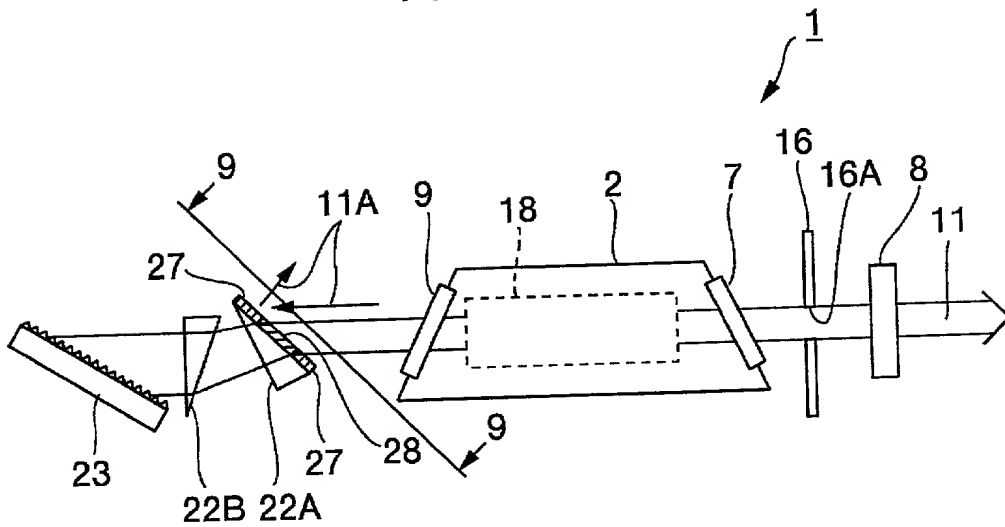


FIG. 9

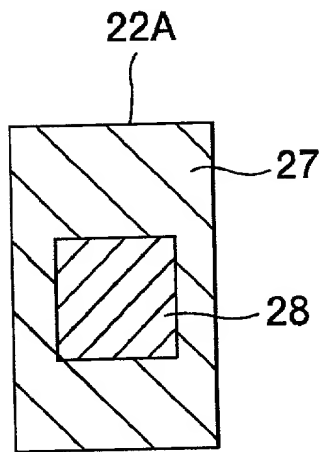


FIG. 10

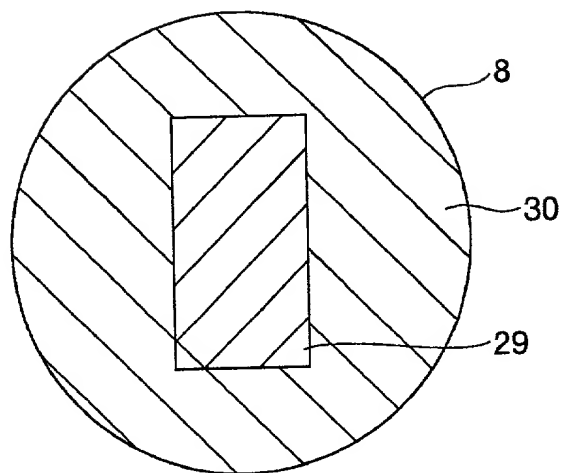




FIG. 11

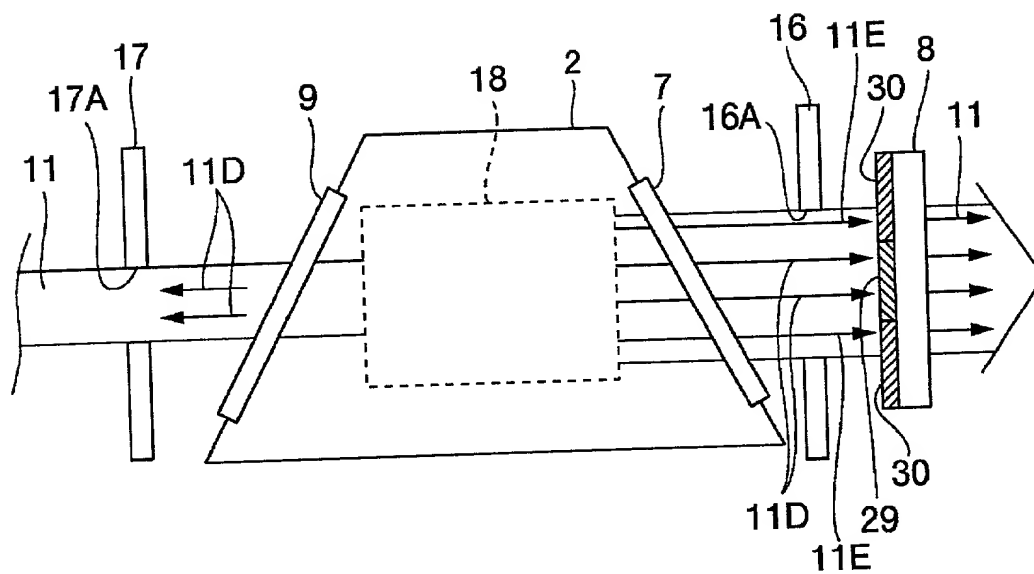
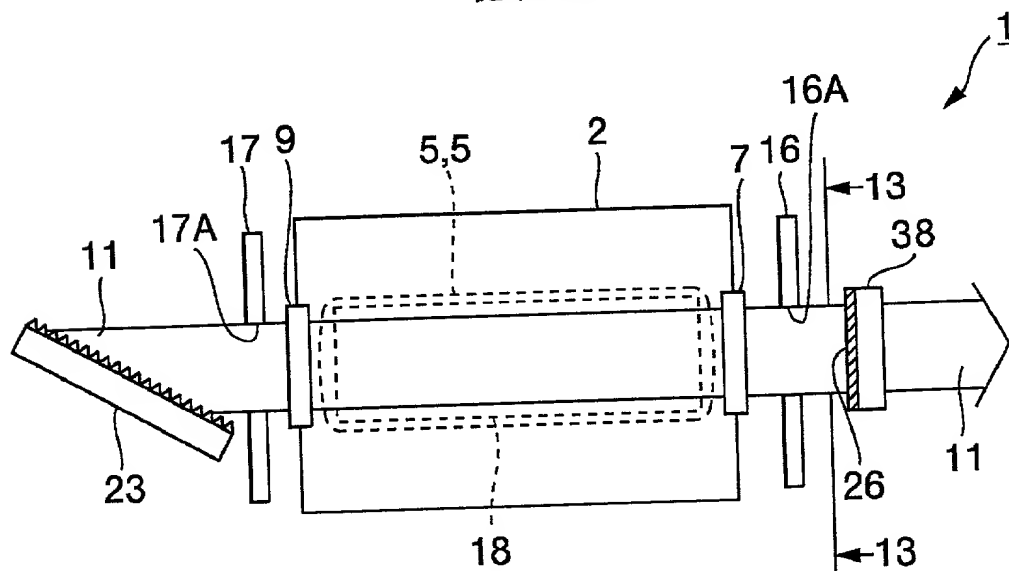


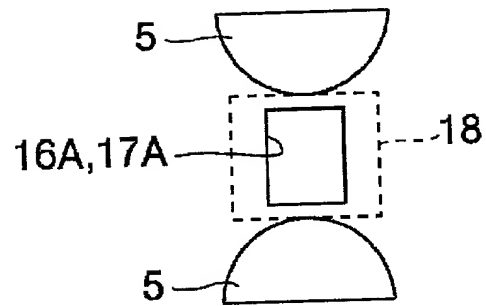
FIG. 12

従来技術



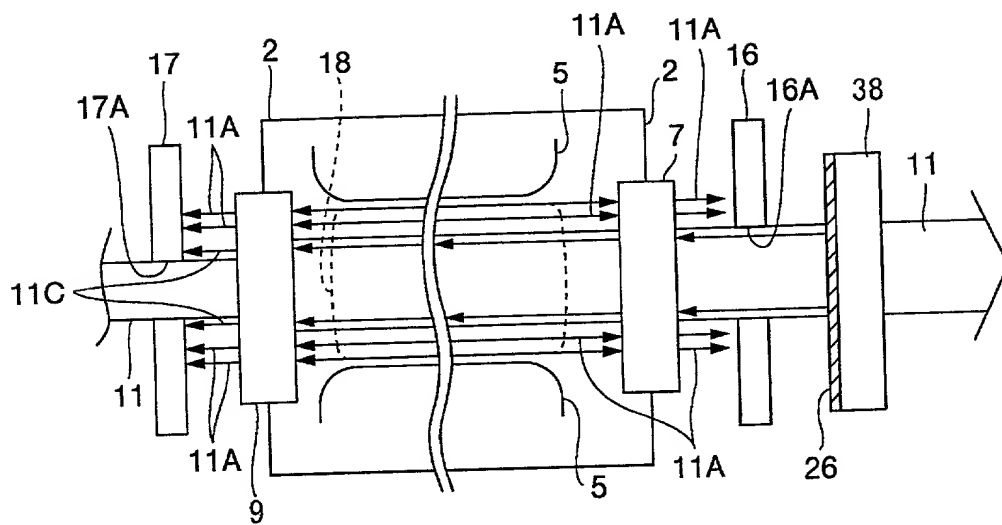
# FIG. 13

従来技術



# FIG. 14

従来技術



## Declaration and Power of Attorney for U.S. Patent Application

特許出願宣言書及び委任状

Japanese Language Declaration

日本語宣言書

下記の氏名の発明者として、私は以下の通り宣言します。

As a below named inventor, I hereby declare that:

私の住所、私書箱、国籍は下記の私の氏名の後に記載された通りです。

My residence, post office address and citizenship are as stated next to my name.

下記の名称の発明に関して請求範囲に記載され、特許出願している発明内容について、私が最初かつ唯一の発明者（下記の氏名が一つの場合）もしくは最初かつ共同発明者であると（下記の名称が複数の場合）信じています。

I believe I am the original, first and sole inventor (if only one name is listed below) or an original, first and joint inventor (if plural names are listed below) of the subject matter which is claimed and for which a patent is sought on the invention entitled.

LASER DEVICE

上記発明の明細書（下記の欄で×印がついていない場合は、本書に添付）は、

the specification of which is attached hereto unless the following box is checked:

☐ \_\_\_\_月\_\_\_\_日に提出され、米国出願または特許協定  
条約国際出願番号を\_\_\_\_とし、  
（該当する場合）\_\_\_\_に訂正されました。

☐ was filed on \_\_\_\_\_  
as United States Application Number or  
PCT international Application Number  
\_\_\_\_\_ and was amended on  
\_\_\_\_\_ (if applicable).

私は、特許請求範囲を含む上記訂正後の明細書を検討し、内容を理解していることをここに表明します。

I hereby state that I have reviewed and understand the contents of the above identified specification, including the claims, as amended by any amendment referred to above.

私は、連邦規則法典第37編第1条56項に定義されたとおり、特許資格の有無について重要な情報を開示する義務があることを認めます。

I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in Title 37, Code of Federal Regulations, Section 1.56.

# Japanese Language Declaration (日本語宣言書)

私は、米国法典第35編119条(a)-(d)項又は365条(b)項に基づき下記の、米国以外の少なくとも一カ国を指定している特許協力条約365(a)項に基づく国際出願、又は外国での特許出願もしくは発明者証の出願についての外国優先権をここに主張するとともに、優先権を主張している、本出願の前に出願された特許または発明者証の外国出願を以下に、枠内をマークすることで、示しています。

Prior Foreign Application(s)  
外国での先行出願

I hereby claim foreign priority under Title 35, United States Code, Section 119(a)-(d) or 365(b) of any foreign application(s) for patent or inventor's certificate, or 365(a) of any PCT international application which designated at least one country other than the United States, listed below and have also identified below, by checking the box, any foreign application for patent or inventor's certificate, or PCT international application having a filing date before that of the application on which priority is claimed.

Priority Not Claimed  
優先権主張なし

(Number)  
(番号)

(Country)  
(国名)

(Day/Month/Year Filed)  
(出願年月日)

(Number)  
(番号)

(Country)  
(国名)

(Day/Month/Year Filed)  
(出願年月日)

私は、第35編米国法典119条(e)項に基づいて下記の米国特許出願規定に記載された権利をここに主張いたします。

I hereby claim the benefit under Title 35, United States Code, Section 119(e) of any United States provisional application(s) listed below.

(Application No.)  
(出願番号)

(Filing Date)  
(出願日)

(Application No.)  
(出願番号)

(Filing Date)  
(出願日)

私は、下記の米国法典第35編120条に基づいて下記の米国特許出願に記載された権利、又は米国を指定している特許協力条約365条(c)に基づく権利をここに主張します。また、本出願の各請求範囲の内容が米国法典第35編112条第1項又は特許協力条約で規定された方法で先行する米国特許出願に開示されていない限り、その先行米国出願書提出日以降で本出願書の日本国内または特許協力条約国際提出日までの期間中に入手された、連邦規則法典第37編1条56項で定義された特許資格の有無に関する重要な情報について開示義務があることを認識しています。

I hereby claim the benefit under Title 35, United States Code, Section 120 of any United States application(s), or 365(c) of any PCT international application designating the United States, listed below and, insofar as the subject matter of each of the claims of this application is not disclosed in the prior United States or PCT international application in the manner provided by the first paragraph of Title 35, United States Code Section 112, I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in Title 37, Code of Federal Regulations, Section 1.56 which became available between the filing date of the prior application and the national or PCT international filing date of application.

(Application No.)  
(出願番号)

(Filing Date)  
(出願日)

(Status: Patented, Pending, Abandoned)  
(現況: 特許許可済、係属中、放棄済)

(Application No.)  
(出願番号)

(Filing Date)  
(出願日)

(Status: Patented, Pending, Abandoned)  
(現況: 特許許可済、係属中、放棄済)

私は、私自身の知識に基づいて本宣言書中で私が行う表明が真実であり、かつ私の入手した情報と私の信じることに基づく表明が全て真実であると信じていること、さらに故意になされた虚偽の表明及びそれと同等の行為は米国法典第18編第1001条に基づき、罰金または拘禁、もしくはその両方により処罰されること、そしてそのような故意による虚偽の声明を行えば、出願した、又は既に許可された特許の有効性が失われることを認識し、よってここに上記のごとく宣誓を致します。

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

# Japanese Language Declaration (日本語宣言書)

委任状: 私は下記の発明者として、本出願に関する一切の  
手続きを米特許商標局に対して遂行する弁護士または代理人  
として、下記の者を指名いたします。(弁護士、または代理  
人の氏名及び登録番号を明記のこと)

POWER OF ATTORNEY: As a named inventor, I hereby appoint  
the following attorney(s) and/or agent(s) to prosecute this  
application and transact all business in the Patent and Trademark  
Office connected therewith (list name and registration number)  
See list of attorneys and/or agents on page 5.

書類送付先

Send Correspondence to:

ARMSTRONG, WESTERMAN, HATTORI,  
McLELAND & NAUGHTON  
1725 K Street, N.W., Suite 1000  
Washington, D.C. 20006

直通電話連絡先: (名前及び電話番号)

Direct Telephone Calls to: (name and telephone number)

Telephone: (202)659-2930 Fax: (202)887-0357

唯一または第一発明者名	Full name of sole of first inventor Takahito KUMAZAKI		
発明者の署名 熊崎 貴仁 日付 2000/7/11	Inventor's signature	Takahito Kumazaki	Date July 11, 2000
住所	Residence Hiratsuka-shi, JAPAN		
国籍	Citizenship Japanese		
私書箱	Post Office Address c/o Komatsu Ltd. Research Center, 1200, Manda, Hiratsuka-shi, KANAGAWA 254-8567 JAPAN		
第二共同発明者	Full name of second joint inventor, if any Takeshi OHTA		
第二共同発明者の署名 太田 毅 日付 2000/7/12	Second inventor's signature	Takeshi Ohta	Date July 12, 2000
住所	Residence Oyama-shi, JAPAN		
国籍	Citizenship Japanese		
私書箱	Post Office Address c/o Komatsu Ltd. Research Center, 1200, Manda, Hiratsuka-shi, KANAGAWA 254-8567 JAPAN		

(第三以降の共同発明者についても同様に記載し、署名をす  
ること)

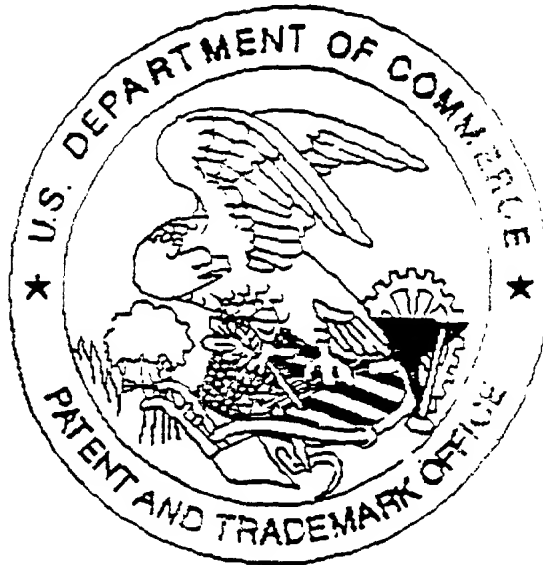
(Supply similar information and signature for third and subsequent  
joint inventors.)

## List of attorneys and/or agents

James E. Armstrong, III, Reg. No. 18,366; William F. Westerman, Reg. No. 29,988; Ken-Ichi Hattori, Reg. No. 32,861; Le-Nhung McLeland, Reg. No. 31,541; Ronald F. Naughton, Reg. No. 24,616; William G. Kratz, Jr., Reg. No. 22,631; Mel R. Quintos, Reg. No. 31,898; Donald W. Hanson, Reg. No. 27,133; Stephen G. Adrian, Reg. No. 32,878; Scott M. Daniels, Reg. No. 32,562; William L. Brooks, Reg. No. 34,129; John F. Carney, Reg. No. 20,276; Edward F. Welsh, Reg. No. 22,455; John P. Kong, Reg. No. 40,054; James E. Armstrong, IV, Reg. No. 42,266; Nicolas E. Seckel, Reg. No. 44,373; Raymond J. Ho, Reg. No. 41,838; Thomas E. Brown, Reg. No. 44,450; and James N. Baker, Reg. No. 40,899.

Rev. 3/00

United States Patent & Trademark Office  
Office of Initial Patent Examination -- Scanning Division



Application deficiencies were found during scanning:

☐ Page(s) \_\_\_\_\_ of \_\_\_\_\_ were not present  
for scanning. (Document title)

☐ Page(s) \_\_\_\_\_ of \_\_\_\_\_ were not present  
for scanning. (Document title)

There are 4 sheets of  
specification

☐ Scanned copy is best available.